

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

EFEITOS DO TREINAMENTO DE *SPRINTS* RESISTIDOS UTILIZANDO DIFERENTES  
MAGNITUDES DE REDUÇÃO DA VELOCIDADE EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE  
FUTEBOL

Porto Alegre

2020

Rafael Grazioli

EFEITOS DO TREINAMENTO DE *SPRINTS* RESISTIDOS UTILIZANDO DIFERENTES  
MAGNITUDES DE REDUÇÃO DA VELOCIDADE EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE  
FUTEBOL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano,  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul como  
pré-requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Professor Dr. Eduardo Lusa Cadore

Porto Alegre

2020

## CIP - Catalogação na Publicação

Grazioli, Rafael

EFEITOS DO TREINAMENTO DE SPRINTS RESISTIDOS  
UTILIZANDO DIFERENTES MAGNITUDES DE REDUÇÃO DA  
VELOCIDADE EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FÚTEBOL /  
Rafael Grazioli. -- 2020.

47 f.

Orientador: Eduardo Lusa Cadore.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa  
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,  
Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Treinamento de Sprint. 2. Treinamento de Sprints  
Resistidos. 3. Velocidade. 4. Futebol. 5. Treinamento  
baseado em velocidade. I. Cadore, Eduardo Lusa,  
orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## **AGRADECIMENTOS**

Gratidão imensa por cada dia e cada etapa do Mestrado. Estes dois anos voaram. Muitas pessoas e instituições colaboraram para que eu pudesse finalizar este projeto. Não somente este projeto, mas possivelmente toda minha formação acadêmica e construção de vida até aqui. Agradeço minha família e as pessoas mais importantes da minha vida: Jaira, minha guerreira, meu exemplo diário e mãe amada, finalizará sua graduação este ano e me orgulho demais. Gratidão à memória do meu amado pai, que com certeza está olhando por nós. Tauane, meu amor e toda sua pequena e grande família. Sou feliz e realizado por dividir os dias com uma mulher tão cheia de doçura, luz e força. Bella, minha princesa. Ana e Nargi, minhas rainhas. Meus dindos e dindas, tios, primos e toda minha família. Meus grandes amigos e irmãos Braian, Thomas, Filipe, Jeferson, William, Leonardo, Bernardos, os anos passam e a amizade só fortalece. Aos grandes amigos e parceiros de trabalho Jordan, Darlan, Juliano, Rosito, Leonel, Martinho e a todos das instituições e chancelas com a qual contribuem fortemente. E ao Hank, que mesmo sem palavras alegra nossos dias. Agradeço ao povo brasileiro pelo custeio dos meus estudos, é realmente um privilégio poder estudar em uma das melhores universidades do país de modo gratuito. Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e, neste sentido, à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança e ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano pela acolhida e recursos. Além de prestar agradecimento a todos os servidores desta instituição pela dedicação diária. Agradeço ao Laboratório de Pesquisa do Exercício e aos seus incríveis servidores e professores pela confiança e disponibilidade dos equipamentos de pesquisa. Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo custeio dos meus estudos, tornando viável a construção de um sonho. Agradeço ao professor Irineu Loturco por toda sua imensa contribuição para a ciência do esporte brasileiro. Agradeço imensamente ao meu orientador Eduardo Cadore, um grande impulsionador com coração gigante. Faz quase

uma década que tenho a oportunidade de ser orientado, receber inúmeras oportunidades e aprender rotineiramente com um ícone da ciência do esporte e do exercício. É necessário também agradecer ao professor Ronei Pinto, com um coração enorme, me dedicou muita orientação e oportunidades de projetos. Sobretudo, agradeço pelas diretrizes de vida importantes que estes grandes mestres me proporcionam. No Grupo de Pesquisa em Treinamento de Força há pessoas muito especiais, agradeço imensamente cada membro, muito especialmente aqueles que contribuíram neste processo de Mestrado, já são bons anos neste grupo no qual fiz grandes amigos.

*“Stay hungry, remain humble, and get better today - Pete Carroll”*

## RESUMO

Este estudo investigou os efeitos de uma intervenção de treinamento com trenó moderado a pesado de 11 semanas com diferentes magnitudes de perda de velocidade no desempenho de sprint e salto, função muscular mecânica e composição corporal em jogadores de futebol profissional. Dezesete jogadores (idade  $25,8 \pm 4,3$  anos; altura  $180,0 \pm 8,6$  cm; peso  $77,7 \pm 9,7$  kg) foram alocados aleatoriamente em dois grupos, com base em diferentes magnitudes de perda de velocidade: 10% de redução de velocidade (G10, n = 8) e 20 % de diminuição da velocidade (G20, n = 9). O treinamento de trenó baseado na velocidade consistiu em sprints resistidos de 20m com um aumento progressivo da carga de 45% a 65% da massa corporal ao longo da intervenção. O desempenho de sprint e salto pré e pós-intervenção, pico de torque de isquiotibiais e quadríceps e taxa isométrica de desenvolvimento de torque e massa magra de membros inferiores medida por absorciometria de raio-X duplo foram avaliados e comparados. A análise de variância de medidas repetidas bidirecionais revelou um efeito de tempo significativo para reduções nos tempos de sprint de 10m e 20m ( $p = 0,018$  e  $p = 0,033$ , respectivamente), mas sem uma interação tempo-grupo. O G10 mostrou maiores efeitos benéficos do que o G20 tanto para 10m ( $-5,5 \pm 3,3\%$ , inferência baseada em magnitude [MBI]: possivelmente contra  $-1,7 \pm 5,9\%$ , MBI: possivelmente trivial) e 20m ( $-2,5 \pm 2,1\%$ , MBI: possivelmente versus  $-1,4 \pm 3,7\%$ , MBI: provavelmente trivial) tempos de sprint. Além disso, houve um efeito de tempo significativo para a altura do CMJ e o pico de torque isométrico do quadríceps, que diminuiu significativamente após o treinamento ( $p = 0,019$  e  $p = 0,010$ , respectivamente), sem efeito dentro do grupo de tempo versus interação de grupo para esses respectivos resultados. O novo modelo de trenó baseado na velocidade proposto aqui, especialmente em baixas magnitudes de perda de velocidade, foi capaz de melhorar significativamente o desempenho de sprint linear em jogadores de futebol profissional.

**Palavras chave:** desempenho esportivo, treinamento de sprints resistidos, treinamento baseado em velocidade, aceleração linear, futebol

## ABSTRACT

This study investigated the effects of a 11-week moderate-to-heavy sled training intervention with different magnitudes of velocity loss on sprint and jump performance, mechanical muscle function, and body composition in professional soccer players. Seventeen players (age  $25.8 \pm 4.3$  years; height  $180.0 \pm 8.6$  cm; weight  $77.7 \pm 9.7$  kg) were randomly allocated into two groups, based on different magnitudes of velocity loss: 10% of velocity decrease (G10,  $n=8$ ) and 20% of velocity decrease (G20,  $n=9$ ). The velocity-based sled training consisted of 20m resisted sprints with a progressive loading increase from 45% to 65% of body-mass throughout the intervention. Pre- and post-intervention sprint and jump performance, hamstring and quadriceps peak torque and isometric rate of torque development, and lower-limb lean mass measured by dual X-ray absorptiometry were assessed and compared. Two-way repeated measures analysis of variance revealed a significant time-effect for decreases in 10m and 20m sprint times ( $p=0.018$  and  $p=0.033$ , respectively), but without a time-group interaction. The G10 showed greater beneficial effects than G20 for both 10m ( $-5.5 \pm 3.3\%$ , magnitude-based inference [MBI]: possibly versus  $-1.7 \pm 5.9\%$ , MBI: possibly trivial) and 20m ( $-2.5 \pm 2.1\%$ , MBI: possibly versus  $-1.4 \pm 3.7\%$ , MBI: likely trivial) sprint times. Moreover, there was a significant time effect for CMJ height and quadriceps isometric peak torque, which decreased significantly after training ( $p=0.019$  and  $p=0.010$ , respectively), with no within-group effect of time versus group interaction for these respective outcomes. The novel velocity-based sled model proposed here, especially under lower magnitudes of velocity loss, was able to significantly improve linear sprint performance in professional soccer players.

**Key Words:** sports performance, resisted sprints training, velocity-based training, linear acceleration, football

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVO GERAL.....	12
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
4. REFERÊNCIAS .....	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	23
6. ANEXO A .....	47

## 1. INTRODUÇÃO

No futebol profissional, o número de ações em alta velocidade tem incrementado substancialmente ao longo do tempo (BARNES et al., 2014). Ademais, estas ações estão presentes em mais da metade da produção de score e, portanto, são determinantes na maioria dos jogos (HAUGEN et al., 2014). Outro aspecto importante é que uma das lesões mais prevalentes no futebol (i.e., distensão de isquiotibiais, EKSTRAND et al., 2016) ocorre preferencialmente durante *sprints* em alta velocidade (CHUMANOV et al., 2011; ORCHARD, 2012). Ou seja, o desenvolvimento de estratégias de treinamento que incrementem o desempenho e a tolerância em alta velocidade pode provocar benefícios importantes na rotina de atletas de futebol.

Dentre as mais discutidas estratégias de treinamento da velocidade, o treinamento de *sprints* resistidos com trenó e suas diferentes formas de prescrição é pontuado como uma das principais ferramentas. Porém, há importantes controvérsias em relação à magnitude da sobrecarga, dado que existem estudos sugerindo um teto de 20% da massa corporal no trenó (ALCARAZ et al., 2018), enquanto outros documentos sugerem intensidades acima de 70% da massa corporal (MORIN et al., 2016; CROSS et al., 2017). Esta discussão tem gerado grandes repercussões na literatura, a partir de revisões publicadas com orientações substancialmente distintas em um dos principais periódicos da área e críticas importantes em formas de cartas aos editores (PETRAKOS et al., 2015; ALCARAZ et al., 2018; CROSS et al., 2018; ALCARAZ et al., 2019). Em última análise, este cenário reforça a necessidade de estudos experimentais, tendo em vista a escassez de investigações longitudinais sobre este tópico. Nenhum estudo do nosso conhecimento investigou os efeitos do treinamento de *sprint* resistido com sobrecargas moderada-a-pesada em atletas profissionais de futebol.

No treinamento de força e potência tradicionais (i.e., agachamento, agachamento com salto e pliometria), a otimização e o controle da velocidade de execução e principalmente o

monitoramento da magnitude de queda desta variável ao longo das séries são estratégias com benefícios neuromusculares bem estabelecidos (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2015; LOTURCO et al., 2016; LOTURCO et al., 2015). Além disso, parece que maiores índices de redução de velocidade durante as repetições podem ser contraproducentes às adaptações neuromusculares sob o ponto de vista funcional (i.e., potência máxima) e estrutural (i.e., redução de fibras do tipo IIx) (PAREJA-BLANCO et al., 2016). Portanto, estes modelos de treinamento chamados *velocity-based training* (*VBT*) têm sido encorajados visando a otimização do desempenho, sobretudo no alto rendimento. No treinamento de *sprints* com *trenó*, estes conceitos têm sido amadurecidos e as prescrições têm valorizado a redução que determinada carga pode gerar comparando-se a velocidade máxima atingida com e sem resistência, prescrevendo-se a carga a partir desta redução percentual (PETRAKOS et al., 2015; CAHILL et al., 2019). No entanto, ainda assim o número de repetições mantém-se fixo, o que descaracteriza um dos principais fatores das prescrições *VBT* supramencionadas no treinamento de potência tradicional, pois a magnitude da fadiga a cada repetição deve ser controlada, interrompendo-se a série com base em percentuais de queda, sem fixar volume e baseando-se na velocidade máxima atingida com a própria carga ótima. Contudo, talvez outra maneira de prescrever o treinamento com *trenó VBT* seja fixar-se a intensidade (moderada-a-pesada) e controlar o percentual de queda (fadiga) da velocidade máxima atingida com o próprio *trenó* a cada repetição. Nenhum estudo do nosso conhecimento investigou e comparou diferentes percentuais de queda da velocidade de execução com a utilização de *trenó moderado-a-pesado* em atletas profissionais de futebol. Portanto, baseando-se na carência de estudos nesta temática, o presente estudo possui o objetivo a seguir.

## 2. OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos de 11 semanas (4 pré-temporada e 7 período competitivo) de treinamento de *sprints* resistidos com trenó de intensidades moderada-a-pesada (i.e., 45%-65% da massa corporal) baseado em diferentes percentuais de queda na velocidade de execução (i.e., 10% vs. 20%) sobre parâmetros neuromusculares e de composição corporal.

### 2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar pré e pós 11 semanas de treinamento:

- O Pico de Torque isométrico de extensão e flexão de joelho a 30° de flexão do joelho;
- O Pico de Torque excêntrico isocinético de flexão de joelho a 60°/s;
- As Taxas de Produção de Torque (TPT) - máxima, 0-50ms e 100-200ms de extensão e flexão de joelhos a 30° de flexão do joelho;
- Os tempos de *sprint* em 10 e 20 metros;
- A altura de saltos agachado e com contramovimento;
- Massa livre de gordura de membros inferiores.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

No alto rendimento esportivo, a busca pela otimização do desempenho é constante e, nesta lógica, diferentes estratégias de prescrição e controle de treinamento são insistentemente investigadas. Especificamente no futebol profissional, é preciso destacar que a demanda e a intensidade de jogo têm evoluído em grande escala ao longo da última década. Em estudo de Barnes et al. (2014), notou-se, por exemplo, incremento de 30% na distância em alta intensidade e de 85% no número de *sprints* durante as partidas da liga inglesa de 2006 a 2012. Ademais, parece que as ações de velocidade e potência são determinantes na construção dos

gols, pois, no campeonato alemão, 45% são antecidos por *sprints* (normalmente sem oponente e sem bola), 16% por saltos e 6% por *sprints* com troca de direção (HAUGEN et al., 2014). Além disso, é importante mencionar que ~0,04-0,06 segundos de supremacia no tempo de *sprint* em 20 metros é o suficiente para vitória de duelos 1-contra-1, posicionando corpo ou ombros a frente do adversário (HAUGEN et al., 2014).

A evolução das demandas de desempenho não é a única crescente no futebol. O índice de lesões tem aumentando impressionantemente ao longo do tempo. A distensão de isquiotibiais ocupa o topo da lista, incrementando 4% a cada ano desde 2001 na elite do futebol europeu, e normalmente ocorrem durante os *sprints* (CHUMANOV et al., 2011; ORCHARD, 2012). Felizmente, parece que variáveis neuromusculares também associadas com o desempenho, tais como torque excêntrico deste grupo muscular (TIMMINS et al., 2015; MORIN et al., 2015), força horizontal (MORIN et al., 2015; MORIN et al., 2016) e força explosiva (GRAZIOLI et al., 2019; ZEBIS et al., 2011), podem estar inversamente relacionadas com o risco desta lesão e conseqüentemente reduzindo o prejuízo técnico, psicológico e financeiro inerente ao afastamento de um atleta por lesão (i.e., um atleta 30 dias fora dos gramados na Europa reflete prejuízo de ~500.000 Euros ao patrimônio do clube - EKSTRAND, 2013). Em última análise, as informações supramencionadas reforçam a importância da aptidão neuromuscular e do desenvolvimento de força, potência e velocidade no futebol.

### **Treinamento de *sprint* sem resistência (*unloaded*)**

Embora não seja o objeto de investigação do presente estudo, é importante destacar brevemente os efeitos do treinamento de *sprint* sem resistência. Em atletas de diferentes modalidades, Taylor et al. (2015) em estudo de revisão reportam protocolos variando repetições de 10m a 50m, 14 a 60 segundos de recuperação entre cada repetição, de 1 a 8 séries, 3 a 15 repetições e de 4 a 12 semanas de intervenção, com incrementos na altura de

salto contramovimento (CMJ) e tempos de *sprint* em 20m e 30m. De modo geral, o treinamento de *sprint* sem resistência apresentou pequeno efeito em ensaios não controlados no CMJ (ES: 0.33), com efeito possivelmente moderado em ensaios controlados (ES: 0.63). Ainda, os autores apresentam um pequeno efeito muito provável no tempo de *sprint* de 10 m em ensaios não controlados (ES: -0.42), com um efeito possivelmente moderado no tempo de *sprint* de 20m em ensaios não controlados (ES: -0.49) e ensaios controlados (ES: -0.65). Além disso, o treinamento de *sprint* sem resistência apresentou efeito possivelmente grande no desempenho de *sprint* em 30m em ensaios não controlados (ES: -1.01), com efeitos possivelmente moderados na habilidade de repetir *sprints* (ES: -0.62) e no desempenho de corrida intermitente de alta intensidade (ES: -0.61). Uma informação que parece consensual em trabalhos com *sprints* resistidos e sem resistência é que os efeitos da aplicação de resistência parecem ser maiores em atletas bem treinados com experiência de treinamento em *sprints* sem resistência (TAYLOR et al., 2015; PETRAKOS et al., 2015; ALCARAZ et al., 2018).

### **Treinamento de *sprints* resistidos**

Há diferentes modalidades de *sprints* resistidos, tais como tração, paraquedas e trenó esportivo. O treinamento de *sprints* resistidos com trenó parece ser uma das ferramentas mais utilizadas em atletas de diferentes modalidades (ALCARAZ et al., 2018; MORIN et al., 2016), se tratando de uma das únicas estratégias com possibilidade de manipulação e controle da intensidade de trabalho. Porém, há importantes discussões em relação à prescrição de intensidade. Em estudo de Alcaraz et al. (2009), foi sugerido 7-13% da massa corporal no trenó como intensidades ótimas para o desenvolvimento da velocidade sem prejuízos cinemáticos ao padrão de corrida do atleta. Entretanto, estudos experimentais recentes informa que as alterações mecânicas, refletindo em maiores magnitudes de produção de força

com orientação horizontal, podem ser determinantes para o bom desempenho de aceleração. Ou seja, dado que quanto maior a intensidade no trenó maior a sobrecarga e orientação de força no vetor horizontal, Morin et al. (2016) bem como Cross et al. (2017) sugerem intensidades de ~60-96% da massa corporal como ótimas para o incremento da capacidade de aceleração. Em meio a estas controvérsias, houve as publicações de dois estudos de revisão na mesma temática, no mesmo periódico, em anos próximos, mas com abordagens pontualmente diferentes. A sugestão de Petrakos et al. (2015) é de que cargas elevadas no trenó são ideais no desenvolvimento da capacidade de aceleração, sobretudo em atletas bem treinados. Já Alcaraz et al. (2018) reforçam que a sobrecarga não deve exceder 20% da massa corporal. Por fim, em comentário ao editor sobre a publicação de Alcaraz et al. (2018), Cross et al. (2018) taxativamente questionam tais afirmações e reforçam as sugestões de altas intensidades baseando-se na importância da força horizontal como principal justificativa de prescrição do treinamento de *sprints* resistidos com trenó. Dado o cenário controverso, há necessidade de mais informações científicas para estabelecimento de aspectos consensuais neste tema e, portanto, estudos com intervenções longitudinais se tornam importantes, sobretudo em atletas.

Alguns trabalhos importantes têm sido desenvolvidos recentemente com diferentes populações. Pareja-Blanco et al. (2020) investigaram os efeitos do treinamento de *sprint* sem resistência comparado com treinamento de *sprints* resistidos com trenó pesado (0% vs 40% da massa corporal) no desempenho de sprint em mulheres fisicamente ativas. Nenhuma diferença significativa no desempenho de sprint e salto com contramovimento foi detectada após 8 semanas de treinamento de *sprint* com e sem resistência. Os autores sugerem que são necessários estudos investigando estratégias de individualização do treinamento de velocidade para maximizar o desempenho. Em outro estudo importante, Zabaloy et al (2020) compararam a ativação muscular (cabeça longa do bíceps femoral, reto femoral, glúteo médio

e gastrocnêmio), rigidez de membros inferiores e cinemática (tempos de contato e vôo, comprimento e frequência da passada e ângulo do tronco) durante *sprints* sem carga e *sprints* resistidos no trenó usando diferentes cargas. Intensidades maiores levaram à menor ativação da cabeça longa do bíceps femoral e maior atividade do reto femoral. Reduções significativas na rigidez de membro inferior foram observadas com o aumento da carga. Em outra investigação semelhante, Pareja-Blanco et al. (2020) examinaram os efeitos de 5 condições de carga (0, 20, 40, 60 e 80% da massa corporal) no desempenho e cinemática de *sprint* resistido em jogadores de rúgbi. O comprimento da passada e os ângulos do quadril, joelho e tornozelo foram medidos usando um sistema de análise de movimento de oito sensores. Os parâmetros cinemáticos foram calculados em diferentes distâncias. Reduções significativas no comprimento da passada foram observadas ao comparar *sprint* sem resistência com todos os *sprints* resistidos em todas as distâncias avaliadas, sobretudo em cargas muito elevadas (80% da massa corporal). Além disso, carga de 80% da massa corporal induziu maiores ângulos de flexão do quadril, menores ângulos de flexão do joelho e maiores ângulos de dorsiflexão do tornozelo do que a condição de 20% da massa corporal nas distâncias de 5-10 e 10-20 m.

### **Treinamento baseado na velocidade**

Não é novidade que a velocidade de execução durante o treinamento das diferentes formas de manifestação da função neuromuscular é uma variável muito importante (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2011). Interessantemente, parece que a magnitude de queda da velocidade de execução durante as sessões de treinamento pode ditar o rumo das adaptações. Em estudo recente, Pareja-Blanco et al. (2016) investigaram os efeitos de diferentes percentuais de queda da velocidade de execução (i.e., 20% vs. 40%) no exercício agachamento (i.e., contração concêntrica o mais rápido possível) com 8 semanas de intervenção em homens fisicamente ativos. Como desfecho, identificaram que o grupo com menor percentual (i.e., 20%) e

automaticamente menor volume apresentou adaptações significativamente maiores em potência muscular e demonstrou melhor desfecho sob o ponto de vista estrutural relacionado ao desempenho neuromuscular, tendo em vista que o grupo com maior percentual de queda (i.e., 40%) reduziu a quantidade de fibras do tipo IIx do quadríceps femoral. Sob a ótica prática, no campo do alto rendimento e, sobretudo, do futebol profissional, quando é possível executar um menor volume, com menor tempo de treinamento e principalmente gerando adaptações relevantes, o benefício funcional torna-se interessante tendo em vista a rotina esportiva de muitos jogos, outras variáveis a serem desenvolvidas e a prevalência de intervenções técnico-táticas necessárias ao longo de uma temporada. Os benefícios adicionais do controle da velocidade e do treinamento baseado na carga ótima de potência em exercícios tradicionais (i.e., agachamento, agachamento com salto) são bem estabelecidos. No futebol especificamente, Loturco et al. (2016) investigaram os efeitos de 6 semanas de dois modelos de treinamento no agachamento/agachamento com salto sobre parâmetros de desempenho neuromuscular, dentre eles força máxima (1RM) e tempos de *sprint*. Os grupos e os protocolos de treinamento foram chamados de tradicional (relativo ao 1RM, n=5) e baseado na carga ótima de potência (avaliado em transdutor linear, n=5). Ambos os grupos obtiveram incrementos similares na força máxima. Interessantemente, o grupo que trabalhou nas cargas ótimas de cada sessão apresentou incrementos superiores no desempenho de velocidade em 10m e 20m. Portanto, estes resultados sugerem que, dadas as turbulências logísticas/calendário complicado de equipes profissionais de futebol, bem como a dificuldade de aplicação do teste de 1RM de forma periódica, o treinamento com controle de velocidade e potência ótima a cada sessão parece ser a melhor estratégia de desenvolvimento da aptidão neuromuscular nesta população. Especificamente no exercício agachamento com salto, há inclusive sugestão de intensidade e altura ótimas durante o treinamento para atletas de futebol. Parece que 40% da massa corporal na barra e obtenção de alturas até 20cm são condições

ótimas para o desenvolvimento da força rápida (LOTURCO et al., 2015), informações com relevância prática determinante, uma vez que nem todos os clubes possuem a tecnologia necessária para aferição e controle da velocidade/potência durante o treinamento.

Embora haja evidência suficiente reforçando os efeitos do controle de velocidade durante as sessões de treinamento de força e potência, estes procedimentos durante o treinamento de *sprint* não estão fortemente estabelecidos. Algumas prescrições baseadas na velocidade e com a utilização de trenó são propostas. No estudo de Kawamori et al. (2014), os pesquisadores utilizaram cargas baseadas em dois percentuais de decréscimo na velocidade máxima sem resistência. Isto é, um dos grupos utilizou uma carga que reduzisse em 30% a velocidade (*heavy*) e o outro grupo utilizou 10% (*light*), com ajuste semanal das sobrecargas. Os grupos 30% (n=10) e 10% (n=11), após 8 semanas de treinamento em frequência bissemanal, incrementaram em ~5% e ~3% o desempenho de velocidade em 10m. É importante mencionar que se tratava de homens fisicamente ativos e não atletas. Este padrão de procedimento tem sido muito recomendado, uma vez que a fixação de percentuais da massa corporal no trenó pode gerar diferentes decréscimos na velocidade em cada participante (CAHILL et al., 2019). Porém, o número de repetições normalmente é fixo e, portanto, igual para todos os participantes durante a periodização, o que descaracteriza um dos principais fatores das prescrições *VBT* supramencionadas no treinamento de potência tradicional, pois a magnitude de redução de velocidade a cada repetição deve ser controlada, interrompendo-se a série com base em percentuais de queda, sem fixar volume. Neste sentido, talvez outra maneira de prescrever o treinamento com trenó *VBT* seja fixar-se a intensidade e controlar o percentual de queda da velocidade a cada repetição. Nenhum estudo do nosso conhecimento investigou este padrão de protocolo, tampouco comparou diferentes percentuais, em atletas profissionais de futebol.

#### 4. REFERÊNCIAS

1. Alcaraz PE, Carlos-Vivas J, Oponjuru BO, Martínez-Rodríguez A. Authors' Reply to Cross et al.: Comment on: "The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis". *Sports Med.* 2019 Feb;49(2):353-356.
2. Alcaraz PE, Carlos-Vivas J, Oponjuru BO, Martínez-Rodríguez A. The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med.* 2018 Sep;48(9):2143-2165.
3. Alcaraz PE, Palao JM, Elvira JL. Determining the optimal load for resisted sprint training with sled towing. *J Strength Cond Res.* 2009 Mar;23(2):480-5.
4. Arroyo E, Stout JR, Beyer KS, Church DD, Varanoske AN, Fukuda DH, Hoffman JR. Effects of supine rest duration on ultrasound measures of the vastus lateralis. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2018 Jan;38(1):155-157.
5. Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bush M, Bradley PS. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med.* 2014 Dec;35(13):1095-100.
6. Berger SA & Talbot L. Flow in curved pipes. *Annu. Rev. Fluid Mech.* 15, 461–512, 1983.
7. Bosco C, Rusko H. The effect of prolonged skeletal muscle stretch-shortening cycle on recoil of elastic energy and on energy expenditure. *Acta Physiol Scand.* 1983 Nov;119(3):219-24.
8. Cadore EL, Pinheiro E, Izquierdo M, Correa CS, Radaelli R, Martins JB, Lhullier FL, Laitano O, Cardoso M, Pinto RS. Neuromuscular, hormonal, and metabolic responses to different plyometric training volumes in rugby players. *J Strength Cond Res.* 2013 Nov;27(11):3001-10.
9. Cahill MJ, Oliver JL, Cronin JB, Clark KP, Cross MR, Lloyd RS. Sled-pull load–velocity profiling and implications for sprint training prescription in young male athletes. *Sports.* 2019 May;7(5):119.
10. Chen TC, Lin KY, Chen HL, Lin MJ, Nosaka K. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. *Eur J Appl Physiol.* 2011 Feb;111(2):211-23.
11. Chumanov ES, Schache AG, Heiderscheit BC, Thelen DG. Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. *Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):90.

12. Cross MR, Brughelli M, Samozino P, Brown SR, Morin JB. Optimal Loading for Maximizing Power During Sled-Resisted Sprinting. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017 Sep;12(8):1069-1077.
13. Cross MR, Samozino P, Brown SR, Lahti J, Jimenez-Reyes P, Morin JB. Comment on: "The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis". *Sports Med.* 2019 Feb;49(2):349-351.
14. Ekstrand J, Waldén M, Häggglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med.* 2016 Jun;50(12):731-7.
15. Ekstrand J. Keeping your top players on the pitch: the key to football medicine at a professional level. *Br J Sports Med* 2013; 47(12):723-724.
16. González-Badillo JJ, Marques MC, Sánchez-Medina L. The Importance of Movement Velocity as a Measure to Control Resistance Training Intensity. *J Hum Kinet.* 2011 Sep; 29A: 15–19.
17. González-Badillo JJ, Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Abad-Herencia JL, Del Ojo-López JJ, Sánchez-Medina L. Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different ages. *J Strength Cond Res.* 2015 May;29(5):1329-38.
18. Grazioli R, Lopez P, Andersen LL, Machado CLF, Pinto MD, Cadore EL, Pinto RS. Hamstring rate of torque development is more affected than maximal voluntary contraction after a professional soccer match. *Eur J Sport Sci.* 2019 May 17:1-16.
19. Haugen T, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The role and development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014 May;9(3):432-41.
20. Kawamori N, Newton RU, Hori N, Nosaka K. Effects of weighted sled towing with heavy versus light load on sprint acceleration ability. *J Strength Cond Res.* 2014 Oct;28(10):2738-45.
21. Lopez P, Pinto MD, Pinto RS. Does Rest Time before Ultrasonography Imaging Affect Quadriceps Femoris Muscle Thickness, Cross-Sectional Area and Echo Intensity Measurements? *Ultrasound Med Biol.* 2019 Feb;45(2):612-616.
22. Loturco I, Nakamura FY, Kobal R, Gil S, Pivetti B, Pereira LA, Roschel H. Traditional Periodization versus Optimum Training Load Applied to Soccer Players: Effects on Neuromuscular Abilities. *Int J Sports Med.* 2016 Dec;37(13):1051-1059.
23. Loturco I, Nakamura FY, Tricoli V, Kobal R, Cal Abad CC, Kitamura K, Ugrinowitsch C, Gil S, Pereira LA, González-Badillo JJ. Determining the Optimum Power Load in Jump Squat Using the Mean Propulsive Velocity. *PLoS One.* 2015 Oct 7;10(10):e0140102.

24. Maffiuletti NA, Aagaard P, Blazevich AJ, Folland J, Tillin N, Duchateau J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Eur J Appl Physiol.* 2016 Jun;116(6):1091-116.
25. Morin JB, Gimenez P, Edouard P, Arnal P, Jiménez-Reyes P, Samozino P, Brughelli M, Mendiguchia J. Sprint Acceleration Mechanics: The Major Role of Hamstrings in Horizontal Force Production. *Front Physiol.* 2015 Dec 24;6:404.
26. Morin JB, Petrakos G, Jiménez-Reyes P, Brown SR, Samozino P, Cross MR. Very-Heavy Sled Training for Improving Horizontal-Force Output in Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017 Jul;12(6):840-844.
27. Nakagawa S, Cuthill IC. Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. *Bill. Rev. Camb. Philos. Soc.* 2007 82:591–605.
28. Orchard JW. Hamstrings are most susceptible to injury during the early stance phase of sprinting. *Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):88-9.
29. Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Sanchis-Moysi J, Dorado C, Mora-Custodio R, Yáñez-García JM, Morales-Alamo D, Pérez-Suárez I, Calbet JAL, González-Badillo JJ. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scand J Med Sci Sports.* 2017 Jul;27(7):724-735.
30. Pareja-Blanco F, Sáez de Villarreal E, Bachero-Mena B, Mora-Custodio R, Asián-Clemente JA, Loturco I, Rodríguez-Rosell D. Effects of Unloaded Sprint and Heavy Sled Training on Sprint Performance in Physically Active Women. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020 Oct 1:1-7. Epub ahead of print.
31. Pareja-Blanco F, Pereira LA, Freitas TT, Alcaraz PE, Reis VP, Guerriero A, Arruda AFS, Zabaloy S, Sáez De Villarreal E, Loturco I. Acute Effects of Progressive Sled Loading on Resisted Sprint Performance and Kinematics. *J Strength Cond Res.* 2020 May 20. Epub ahead of print.
32. Petrakos G, Morin JB, Egan B. Resisted Sled Sprint Training to Improve Sprint Performance: A Systematic Review. *Sports Med.* 2016 Mar;46(3):381-400.
33. Radaelli R, Bottaro M, Wilhelm EN, Wagner DR, Pinto RS. Time course of strength and echo intensity recovery after resistance exercise in women. *J Strength Cond Res.* 2012 Sep;26(9):2577-84.
34. Sahaly R, Vandewalle H, Driss T, Monod H. Maximal voluntary force and rate of force development in humans--importance of instruction. *Eur J Appl Physiol.* 2001 Aug;85(3-4):345-50.

35. Taylor J, Macpherson T, Spears I, Weston M. The effects of repeated-sprint training on field-based fitness measures: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Med.* 2015 Jun;45(6):881-91.
36. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *Br J Sports Med.* 2016 Dec;50(24):1524-1535.
37. Zabalo S, Carlos-Vivas J, Freitas TT, Pareja-Blanco F, Loturco I, Comyns T, Gálvez-González J, Alcaraz PE. Muscle Activity, Leg Stiffness, and Kinematics During Unresisted and Resisted Sprinting Conditions. *J Strength Cond Res.* 2020 Jul 9. Epub ahead of print.
38. Zebis MK, Andersen LL, Ellingsgaard H, Aagaard P. Rapid hamstring/quadriceps force capacity in male vs. female elite soccer players. *J Strength Cond Res.* 2011 Jul;25(7):1989-93.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como considerações finais, é importante destacar que este é o primeiro estudo a investigar os efeitos de diferentes magnitudes de redução da velocidade durante o treinamento de *sprints* resistidos com trenó moderado-a-pesado em atletas profissionais de esportes coletivos. Os resultados do presente trabalho auxiliam no desenvolvimento do conhecimento sobre o treinamento de *sprint* resistido, propondo novas intervenções baseadas em diferentes magnitudes de reduções da velocidade de execução. Esta nova abordagem considera a capacidade individual de cada atleta para atingir e manter níveis ótimos de velocidade durante o exercício, o que parece ser um fator chave na prescrição do treinamento de *sprint* resistido.

Embora o treinamento de *sprints* resistidos seja uma realidade no contexto esportivo, há necessidade de informações científicas sobre seus efeitos crônicos em atletas de futebol. A abordagem de treinamento baseado na velocidade proposta neste trabalho é uma novidade, pois as magnitudes de redução de velocidade foram avaliadas em cada *sprint*. Com base em nossos dados, é possível sugerir que, durante o treinamento de *sprints* resistidos com trenó, o uso de menores magnitudes de redução da velocidade (i.e., até 10%) associadas a intensidades moderadas-a-pesadas (i.e., de 45% a 65% da massa corporal), ao longo de 11 semanas, pode induzir adaptações superiores no desempenho do *sprint* em atletas profissionais de futebol. Estes resultados possuem aplicações práticas aos profissionais de Educação Física e treinadores esportivos, incrementando a capacidade de prescrição em programas de treinamento de *sprint* resistido visando a melhoria da velocidade dos praticantes. Portanto, durante o treinamento de *sprints* resistidos com trenó moderado-a-pesado (45-65% da massa corporal), menores magnitudes de redução da velocidade (10%) produziram maiores incrementos no desempenho de *sprint* em comparação com maiores magnitudes de redução de velocidade (20%). Como aplicação prática aos treinadores que não possuem a possibilidade

de controle de velocidade, mas conseguem manipular a carga no *sprint* resistido, é importante mencionar que o G10 realizou em média 4 repetições por sessão e o grupo G20 7 repetições.

## 6. ANEXO A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Gostaríamos de pedir sua autorização e consentimento referente à participação no estudo intitulado “EFEITOS DO TREINAMENTO DE *SPRINTS* RESISTIDOS UTILIZANDO DIFERENTES MAGNITUDES DE QUEDA DA VELOCIDADE EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL”, que envolverá a avaliação da composição corporal (percentual de gordura e de massa magra do corpo – através de absorptometria de dupla energia de raio X – DEXA), do torque muscular isométrico e isocinético, de tempo e velocidade de corrida em 20 metros, da altura de saltos e da eco intensidade e espessura obtidas por imagens de ultrassonografia da musculatura da coxa. Estes testes serão realizados pré e pós 11 semanas de treinamento de *sprint* com utilização de trenó. Os testes que estamos propondo são parte deste estudo e terão a finalidade de avaliar os efeitos do treinamento de *sprint* com trenó baseados em diferentes percentuais de queda na velocidade de execução.

Portanto, por meio desta, gostaríamos de pedir sua autorização a Rafael Grazioli, Eduardo Lusa Cadore e bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

1. Aplicar-te 11 semanas de treinamento de *sprint* na presença de profissionais de Educação Física habilitados para a orientação da sessão de treinamento;
2. Aplicar-te testes de torque muscular isométrico e isocinético, envolvendo grupos musculares das pernas pré e após as 11 semanas de treinamento;
3. Mensurar eco intensidade e espessura das imagens dos músculos da sua coxa, através de ultrassonografia;
4. Submeter-te à avaliação da quantidade de gordura e massa livre de gordura que possui através de absorptometria de dupla energia de raio X – DEXA;

Testes de torque muscular:

Além disso, gostaríamos de informar que os protocolos de exercício podem causar algum desconforto imediatamente após e dor muscular tardia nos dias subsequentes à sua realização. No que se refere a risco de lesão, se tratando de atletas profissionais de futebol, os quais diariamente praticam exercício em máxima velocidade, o risco de lesão não é aumentado nas condições dos protocolos de treinamento que estamos propondo. Além disso, o treinamento não proporcionará contato físico, o que minimiza o risco. No entanto, caso haja qualquer tipo de lesão ao longo da temporada, o processo de avaliação e recuperação poderá ser feito no Laboratório de Pesquisa do Exercício sem custo. Além disso, como benefícios, será entregue um laudo com meu desempenho neuromuscular avaliado através das diferentes variáveis, além de um laudo de composição corporal, o que será de grande valia para a prescrição e monitoramento do seu treinamento físico dentro de sua modalidade esportiva.

Procedimentos de testes:

- a. Os procedimentos expostos acima têm sido explicados por Rafael Grazioli, Eduardo Lusa Cadore e outros bolsistas selecionados;
- b. Rafael Grazioli, Eduardo Lusa Cadore e seus bolsistas irão responder qualquer dúvida sua em qualquer momento relativo a esses procedimentos;
- c. Todos os seus dados irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob sua solicitação escrita. Além disso, no momento da publicação, não será feita associação entre os dados publicados e a sua pessoa. Ainda, o tempo de guarda dos dados coletados será, no mínimo, durante 5 anos;
- d. Não haverá compensação financeira pela sua participação neste estudo, assim como não terá qualquer despesa, inclusive de transporte, na sua participação nesta pesquisa;

- e. Você poderá fazer contato com o autor do estudo, Rafael Grazioli, e com o coordenador do estudo, Professor Doutor Eduardo Lusa Cadore, para quaisquer problemas referentes à sua participação no estudo ou se você sentir que há uma violação dos seus direitos, através dos telefones (051) 3308-5862, (051) 91193651 ou (051) 84223152. Além disso, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo telefone (051) 3308-3738;
- f. Durante a investigação, a qualquer instante durante os testes, você tem todo direito de se recusar a prosseguir com os mesmos;
- g. Todos os procedimentos a que será submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos. As avaliações serão realizadas no clube e no laboratório e os treinamentos serão realizados no próprio clube no início das sessões de treinamento convencionais de futebol de rotina, sem necessidade de afastamento do local de trabalho.
- h. Por fim, gostaríamos de mencionar que não haverá um médico presente em todos os treinos, mas sua participação no estudo estará condicionada a liberação médica, ocorrida antes do início do estudo.

Porto Alegre \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

Nome em letra de forma:

---

Pesquisador responsável: Eduardo Lusa Cadore

---